

地図情報の新たな整備・更新技術の開発 -みちびきを活用した電子国土基本図（地図情報）更新技術の検証-

実施期間

令和2年度

基本図情報部地図情報技術開発室

片山 理佐子 宮之原 洋

柴田 光博 笹川 啓

1. はじめに

国土地理院では、道路や建物等、電子地図上の位置の基準となる基盤地図情報を骨格とする電子国土基本図（地図情報）の整備及び更新を行っている。電子国土基本図（地図情報）は、国土の現況を示しており、常に最新のデータであることが求められることから、更新手法を効率よく組合せて鮮度向上に努めている。

道路については、道路管理者から提供される図面を含む様々な資料を活用して更新作業を実施している。一方で、図面等の資料が無い場合の更新手法や、さらなる更新手法の効率化に対する検討も行っている。検討の一つとして、車両に取り付けたGNSS受信機による走行軌跡データを用いた道路の更新手法が挙げられる。

今回は、2018年11月に運用開始した、より高精度で安定した衛星測位サービスを実現するみちびき（準天頂衛星システム）に着目した。みちびきの機能の一つに、センチメートル級測位補強サービス（Centimeter Level Augmentation Service, 以下「CLAS」という。）がある。これは、電子基準点から計算した測位補正情報をみちびきから送信するサービスであり、これを用いることでセンチメートル級の測位精度が実現できる。そこで、CLAS対応可能な受信機で得られる走行軌跡データを使用して電子国土基本図（地図情報）の道路の更新作業が実施可能かを確認するための精度検証を実施した。

本報告では、上記の精度結果及びCLAS対応受信機を用いた電子国土基本図（地図情報）の更新事例について紹介する。

2. 検証方法

2.1 走行軌跡データの取得

走行軌跡データの取得は、大規模開発地区を含む山梨県富士河口湖町小立地区（約1.5km²）にて、2020年11月11日に実施した。走行した軌跡を図-1、走行軌跡データ取得に使用した機材を表-1及び図-2に示す。車体上部に取り付けたアンテナで受信した衛星測位情報を、CLAS対応受信機及びCLAS非対応のマルチGNSS受信機に分配し、さらに各受信機をPCに接続して走行することで、走行軌跡データを収集した。また、本地区は、ドライブレコーダ画像（図-3）のとおり上空視界が良好であった。

走行軌跡データは1秒間隔で観測し、CLAS対応受信機ではCLAS測位データ、マルチGNSS受信機では後処理キネマティック解析用のRawデータを取得した。なお、後処理キネマティック解析用のRawデータは、取得後に電子基準点RINEXデータ（1秒値）を用いて後処理キネマティック解析を行った。

2.2 検証内容

取得した走行軌跡データ等を用いて、以下の2つの検証を実施した。

2.2.1 測位率と測位誤差の算出

取得した CLAS 測位データ及び後処理キネマティック解析を行ったデータそれぞれについて、FIX、Float、単独測位、非測位の割合を算出し、測位状況を把握した。また、測位結果が FIX 時において、後処理キネマティック解析後の走行軌跡データを真値としたときの CLAS 走行軌跡データの測位誤差を算出した。

2.2.2 走行軌跡データの道路中心線と数値図化した道路縁から取得した道路の中心線の比較

往路・復路で観測した CLAS 走行軌跡データの中央部分を手動で取得した道路中心線と、航空写真から数値図化によって作図した道路縁から自動で発生させた道路の中心線を重ね合わせ、後者を真としたときに、どの程度の較差があるかを検証した。なお、数値図化に使用した航空写真は、2020年11月17日に測量用航空機「くにかぜⅢ」が地上解像度20cmで撮影したものである。



図-1 走行軌跡

表-1 走行軌跡データ取得に使用した機材

アンテナ	GrAnt G5T (JAVAD 社製)
CLAS 対応受信機	AQLOC-VCX (三菱電機社製)
マルチ GNSS 受信機 (CLAS 非対応)	DELTA3 (JAVAD 社製)

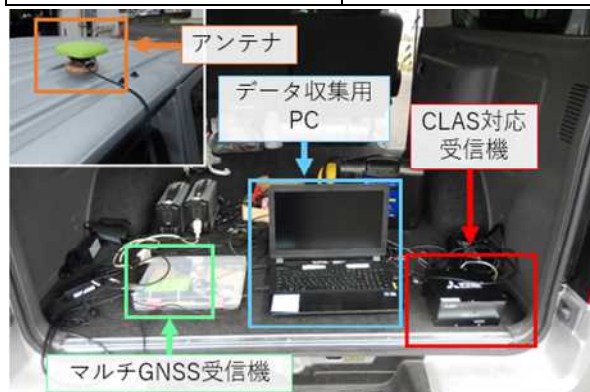


図-2 走行軌跡データ取得に使用した機材



図-3 ドライブレコーダ画像 (左：図-1 赤丸箇所 右：図-1 青丸箇所)

3. 検証結果

3.1 測位率と測位誤差の算出

CLAS 走行軌跡データと後処理キネマティック解析後の走行軌跡データの測位率を表-2 に示す。CLAS の測位結果は、後処理キネマティックより Float や非測位の割合が低く、FIX は約 9 割であっ

た。

測位誤差は、平均値が 3.93cm、標準偏差が 11.16cm、最大値が 3.47m という結果であった。

表-2 測位率 (N=13,787 秒)

		後処理 キネマティック	CLAS
測位	FIX	64.8%	86.0%
	Float	27.7%	11.0%
	単独測位	0.0%	1.6%
非測位		7.5%	1.4%

3.2 走行軌跡データの道路中心線と数値図化した道路縁から自動発生した道路の中心線の比較

3.2.1 比較結果

CLAS 走行軌跡データの道路中心線と数値図化した道路縁から自動発生した道路の中心線を重ね、目視確認した結果、ほとんどの道路中心線では図-4 のように不整合が 0.1~0.5m 程度と小さく、不整合が大きく生じた箇所であっても較差の最大値は 0.88m であった。地図情報レベル 25000 の平面位置の規定精度は 17.5m であるため、CLAS 走行軌跡データは地図情報レベル 25000 の道路の更新に使用できるといえる。



図-4 道路中心線の不整合がほぼない箇所

※背景のオルソ画像はくにかぜⅢが 2020 年 12 月 18 日に地上画素寸法 13cm で撮影した航空写真を使用

3.2.2 道路中心線を重ねた際に不整合が顕著であった箇所

CLAS 走行軌跡データの道路中心線と数値図化した道路縁から自動発生した道路の中心線を重ねた際に不整合が顕著であった事例について、本項ではその詳細と要因を説明する。

不整合が顕著であった箇所の一つに、図-5 左のような道路の片側が歩道である例が挙げられる。CLAS 走行軌跡データの道路中心線は車道の中央を通っているが、数値図化した道路縁から自動発生した道路の中心線とは不整合が生じている。作業規程の準則 (付録 7 公共測量標準図式) によれば、道路縁は「歩道、自転車道、車道、中央帯、路肩、又は植樹帯等で構成される道路の最も外側の線」と定義されているため、車道の両側に歩道や自転車道等があれば、CLAS 走行軌跡データの中心線は数値図化した道路縁から得た道路の中心線と一致するが、本例示のように歩道等が片側にしかない場合は不整合が顕著に現れる。なお、図-5 左の場合、図上の較差は 2.24m であるが、歩道幅員の 2.1m を考慮すると、実際の道路中心線の較差は 1.09m となる。そのため、図-5 左箇所の CLAS 走行軌跡データは地図情報レベル 25000 の規定精度の 17.5m を満たしている。

また、図-5 右に屈折部 (黄色破線箇所) をカーブで取得した例を示す。実際の道路はやや直角に曲がっているところを、走行軌跡データに沿って弧を描くように道路中心線を取得したために、不整合が生じた。

これらのような不整合が顕著である箇所は、CLAS 走行軌跡データのみでは道路縁の中心を適切に取得した道路中心線の図化が難しいため、現地調査や現地補測等を行うことでどのような道路形状であるかを判断する必要がある。また、観測時に撮影したドライブレコーダ画像も、参考資料になると考える。

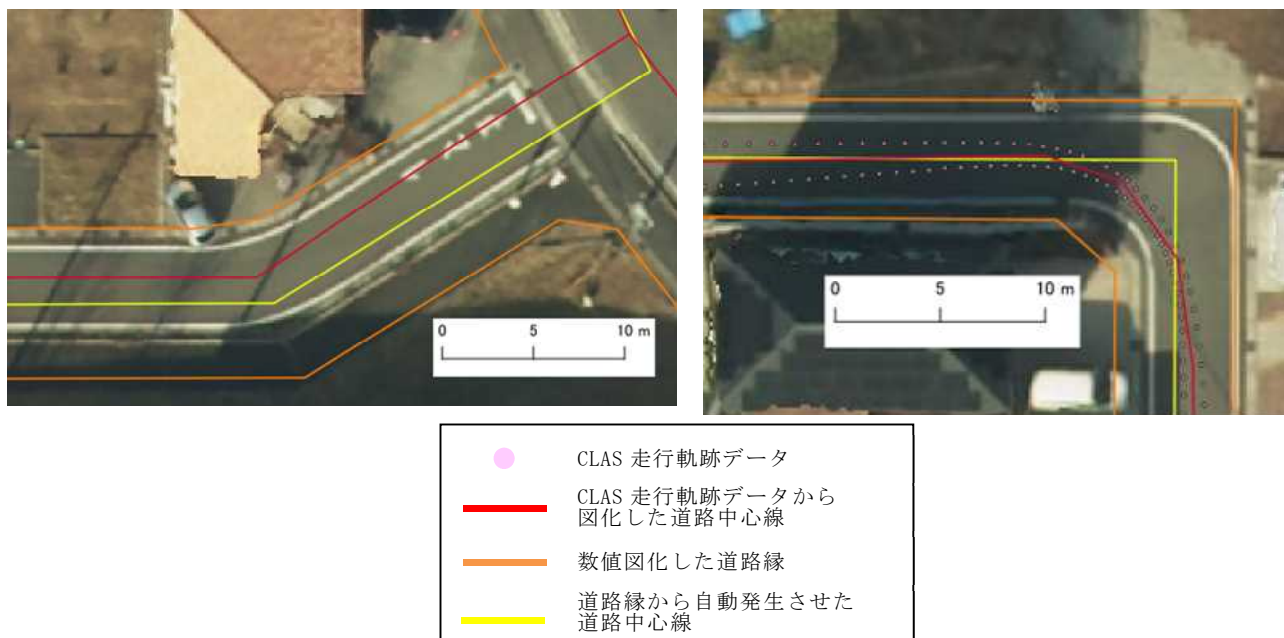


図-5 道路中心線の不整合が顕著である箇所

左：道路の片側が歩道

右：道路の屈折による右左折箇所（屈折部をカーブで取得した例）

※背景のオルソ画像はくにかぜⅢが2020年12月18日に地上画素寸法13cmで撮影した航空写真を使用

4. 電子国土基本図（地図情報）の更新

検証結果から、小立地区におけるCLAS 走行軌跡データは地図情報レベル25000の規程精度を十分に満たすことが分かったため、CLAS 走行軌跡データを用いて電子国土基本図（地図情報）の道路更新を行った。なお、道路以外の取得項目（建築物の外周線等）は、2.2.2にて数値図化した成果を使用している。

更新後の電子国土基本図（地図情報）は、地理院地図にて2021年2月に公開した。図-6に更新前後の地理院地図を示す。

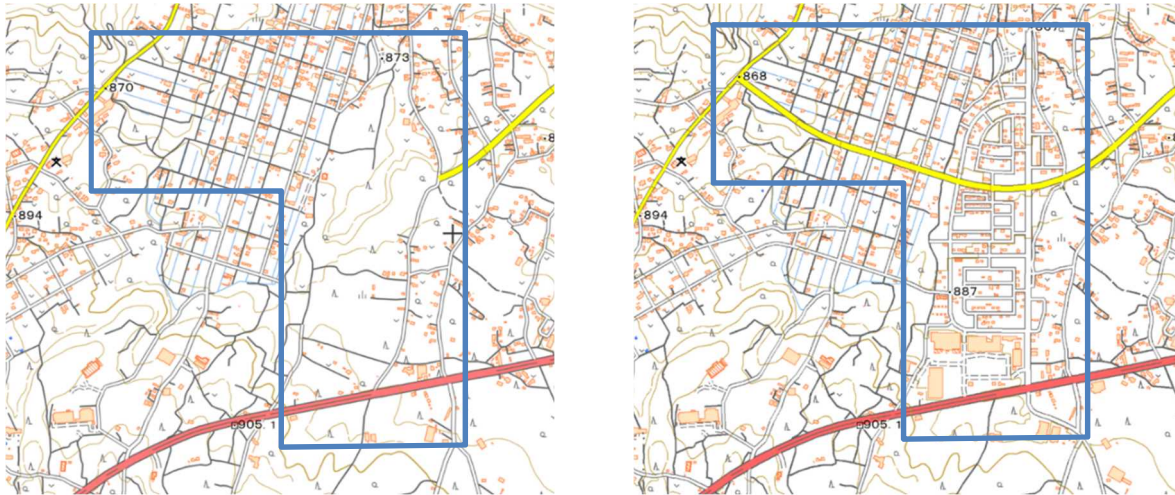


図-6 更新前後の地理院地図（左：更新前の地理院地図 右：更新後の地理院地図）

5. 上空視界不良箇所での測位結果

検証を行った小立地区とは別に、図-7のように街路樹等の影響で上空視界が開けていない箇所場所においても同様に CLAS 走行軌跡データの取得を行った。その結果、測位率(N=2,937秒)は、FIXが42.9%、Floatが22.2%、単独測位が27.3%、非測位が7.6%となり、上空視界の良好な場合(3.1)と比較して非測位や単独測位の割合が増加した。また、測位結果がFIXであっても道路縁内から大きく外れてしまう箇所(図-8水色丸箇所)が確認された。実際に更新作業を行う際は、現地の状況等も確認しながら測位結果が後続作業に適用可能かを判断することが必要である。



図-7 図-8赤丸箇所のドライブレコーダ画像

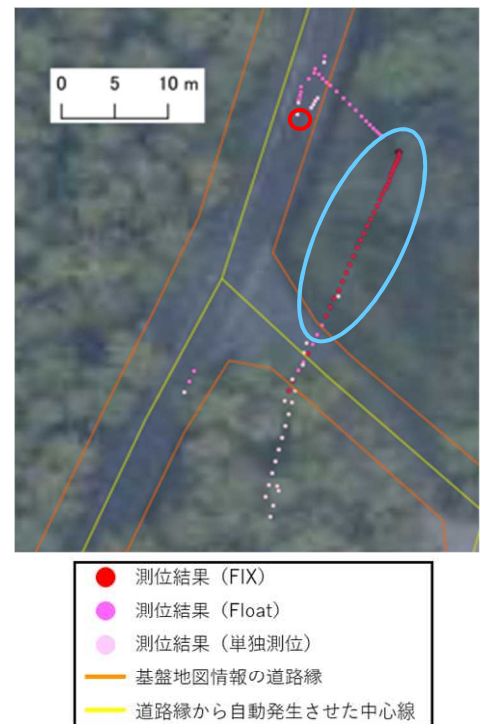


図-8 上空視界不良箇所での測位結果

6. まとめ

本報告では、CLAS 対応受信機を用いた道路更新に対する検証を実施した。その結果、小立地区においては地図情報レベル 25000 の規定精度を十分に満たすことが分かったため、CLAS 走行軌跡データを用いて電子国土基本図(地図情報)の道路を更新し、その結果を2021年2月に地理院地図にて公開した。このように、本検証の手法は、更新資料の入手が困難な場合における上空視界の開けている箇所に対する道路更新の手段の一つとして期待できる。一方で、上空視界不良箇所においては、測位結果がFIXであっても道路縁内から大きく外れてしまう箇所が確認された。この問題は、本検証では使用しなかったIMU等の補正を測位結果に加えることで改善できるのではないかと考えており、今後検証していきたい。